第一章　家用电器商品基础知识

第一节　声音与电

一、声音的本质

声音对于每一个人并不陌生，人类的语言就是由不同的声音组成的，依靠它，人们彼此能够交流思想，相互了解。但是，声音是怎样产生和传播的？它有什么特性等等，对这些问题需要作一些探讨。

人们拉琴时，琴弦会颤抖；击鼓时，鼓面会振动。实际上，所有的声音都是由于物体振动而产生的。但是人们要听到声音，还得有传播振动的媒介物才行。最普遍的传声媒介便是空气（除了空气，液体和固体也能传声）。当物体振动时，激发了周围的空气，使它作一疏一密的波动，并且不断的扩散出去（很像石子扔入水中引起水波一样）。这种推进空气的振动就形成了声波。声波传到耳朵里，激起耳膜振动，人就听见了声音。

二、声音的三特性

（一）响 度

响度表示声音的强弱，实际上就是声波振动的幅度。

（二）音 调

需要全本请访问 www.ertongbook.com

音调决定声波振动的快慢，也就是声源物体振动的快慢。振动越快，音调越高；振动越慢，音调越低。声源物体或声波每秒钟振动的次数称为声音的频率。一般人们能听到的声音，它的频率范围在 20 赫兹到 2 万赫兹之间，通常这一频率范围称为音频。低于 20 赫兹和高于 2 万赫兹的声音，人的耳朵都听不见。频率低于 20 赫兹的声波，称为次声波；频率高于 2 万赫兹的声波，称为超声波。

（三）音 色

音色决定于声波变化的规律。声波可以具有多种多样的变化规律，因此就产生各种不相同的音色。

声波在传播时不断地扩散开来，越是到远处，响度越小，因此声波是传不远的。其次，声波的传播速度并不快，在温度为 20℃ 时，它在空气中的传播速度每秒只有 344 米。另外，我们也不可能有效地直接把声音传到远处某一指定的地点去（像现在的电话）。为此需要寻求一种合适的传递工具，把声音的变化迅速而又控制自如地向远处传播。于是选择了“电”作为传递声音的工具。

三、声音和电的对应关系

通过什么样的方式用电来代替声音呢？我们都知道交流电有三个特性，即振幅、频率和波形；交流电的三个特性正好和声音的三个特性互相对应。

虽然交流电的强度是变化的，但它总有一个最大值，这个最大值称为交流电的振幅。这是它的第一个特性。

交流电在导体内不断地作往复运动，它在一秒钟内来回变化的次数称为交流电的频率。这是它的第二个特性。从图 1-1 所示的交流电中可以看出，它的频率是 3 赫兹。

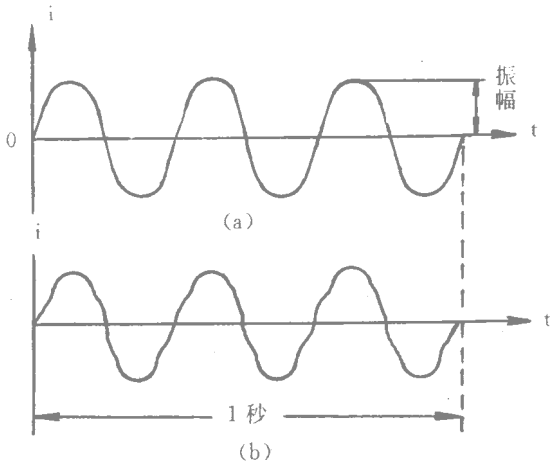


图 1-1　交流电波形图

交流电的变化有的比较平滑；有的比较曲折，如图 1-1 中(a)，(b）所示。我们把这种变化规律称为交流电的波形。这是它的第三个特性。

由此可见，声音与交流电有着密切的对应关系。从表 1-1 所列的内容可以看出。只要把声音的三特性按照表列的对应关系全都转换成交流电的三特性，电是完全可以代替声音的。事实上，若使交流电能随着所要传播的声波变化规律而变动，那么交流电的三特性就自然地和声波的三特性完全一致。把这样的交流电称之为音频电信号。

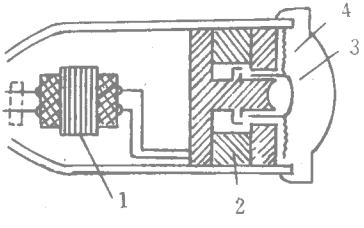
表 1-1　　声音与电的特性对应关系表

声音三特性	交流电三特性
响度	振幅
音调	频率
音色	波形

广播要解决的基本问题就是要找出一种声音和电之间的转换器，以便把声音变化转换成电流的变化，利用电流传送，然后再把电流还原成声音的变化，让听众听到声音。将声转换成电的器件是话筒，而将电再还原成声音的器件则是扬声器。

四、由声到电的转换

话筒也叫微音器、传声器。在广播中常用的话筒有动圈式、铝带式和电容式等几种。以动圈式话筒为例，用图 1-2来说明它的结构和原理。动圈式话筒中主要零件是一个永久磁铁和一只线圈（称为音圈）。线圈处在永久磁铁的隙缝时，同时它被绕制在一个可以自由振动的圆形薄膜片上。当声波‘冲击’话筒的膜片时，膜片就带着线圈在磁铁隙缝里前后振动起来，于是线圈里就产生和声波振动规律相同的电流。



1. 输出变压器　2. 永久磁铁
3. 音膜　　4. 音圈

图 1-2　动圈式话筒结构图

线圈在磁铁产生的磁场里振动，为什么会出现电流呢？其实这和发电机原理一样，都是利用电磁感应现象来产生电流的，因此话筒就是利用电磁感应的原理制成的。

人们面对着话筒讲话或演唱，所发出的声波，进入话筒推动

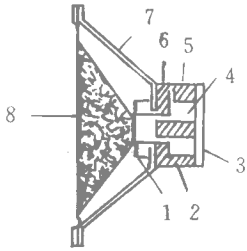
着话筒的薄膜片，使它带动线圈在磁场里前后振动，根据电磁感应定律，线圈里就感应出电流。如果声波强（即响度大），它推动薄膜片和线圈的力量就大，线圈振动得厉害，从而感应出的交流电的振幅也大，这就是说交流电的振幅是和声波的响度成正比的。音调可以表示声波变化的快慢，音调越高，声波变化越快，话筒里的线圈振动也就越快，感应出的交流电频率也就越高，所以交流电的频率代表音调。交流电的变化规律当然和声波的变化规律相同，因此交流电的波形也就代表了声音的音色。至此，声音的三个特性已全部被电流的三特性所代替，这就是声转变成电的过程。

从话筒送出的音频信号电流，它的频率和声音频率完全一致，也是从 20 赫兹到 2 万赫兹。

五、由电到声的转换

音频信号电流从话筒送出，经过必要的变化和传输，最后又送到扬声器去，还原成声音。

扬声器俗称喇叭，它的构造实际上和话筒没有差别。也是由一个永久磁铁和一只处在磁铁隙缝里的音圈组成。不过音圈所连接着的不是薄膜片而是纸盆，如图 1-3 所示。扬声器的作用和话筒正好相反，它接受的是音频电流，产生的是声波。那么扬声器怎样把电转换成声音呢？



1. 音圈支架 2. 音圈
3. 圆形铁板 4. 圆铁芯柱
5. 环形磁铁 6. 软铁
7 纸盒骨架 8 纸盒

图 1-3 电动扬声器结构图

当代表声音的音频电流送进扬声器的音圈，在音圈的周围便产生了变动着的磁场，而音圈又处于永久磁铁的隙缝间，于是在音圈附近就有两种磁场，一种是音圈本身产生的变动磁场，另一

需要全本请访问 www.ertongbook.com

种是永久磁铁产生的固定磁场。这两种磁场互相作用在一起，有时加强，有时削弱，这就使得音圈有时受到吸力，有时受到斥力。就这样，音圈被磁场一吸一放而前后振动起来。音圈一振动，就带着纸盆也随着振动，激发空气而发出声音。可见，话筒主要是利用了“磁生电”的原理，而扬声器则主要利用了“电生磁”的原理。

第二节　电波的产生与传送

为了能够不受距离、地理条件的限制，且准确、迅速的传送语言、文字、图像等信息，必须采用无线电波。无线电波既看不见，又摸不着，但确确实实存在于空间，给人以种种神秘的感觉。其实，无线电波就是一种电和磁的波动，又称为电磁波。下面就讨论电波是如何产生以及如何发送的。

一、电磁振荡

物体的位置、速度、加速度等物理量随时间作周期性变动，称为机械振动。同样，在电学中，凡是导体中随时间作周期性变化的电流都叫做振荡电流，交流电就是一种振荡电流。

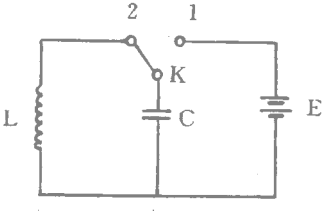


图 1-4　LC 振荡回路图

在无线电技术里，需要的是能够强烈幅射能量的高频率振荡电流。像发电机所产生的几十赫兹的振荡电流是低频率振荡电流，它在无线电技术中是不适用的。为了能够产生强烈辐射能量的振荡电流，常用电容与电感线圈串联组成的闭合电路，如图 1-4 所示。这种能够产生振荡电流的电路，称为振荡电路。使用时，先将开关 K 拨到位置 1,使得电容器 C 充电，然后把 K 拨到位置 2.

在 L 和 C 组成的振荡电路里就有了振荡电流。

如果在一个电路里，有振荡着的电流，那么在它周围就有了周期性变化着的电场和磁场，这种同时存在的电场和磁场的周期变化，称为电磁振荡。

图 1-5 表示闭合振荡电路中产生振荡电流的情况。最初，给电容器充电，也就是给电路一定的能量，当充电结束而又尚未放电的瞬间，电容器里的电场最强如图 1-5（a），这时闭合电路中的能量全部都是电场能。在电容器开始放电后，由于线圈的自感作用，电流不能立刻达到最大值，而是逐渐增强，这时在线圈周围空间里磁场也逐渐增强。同时电容器里的电场逐渐减弱。在这个过程中，电场能逐渐变成磁场能。

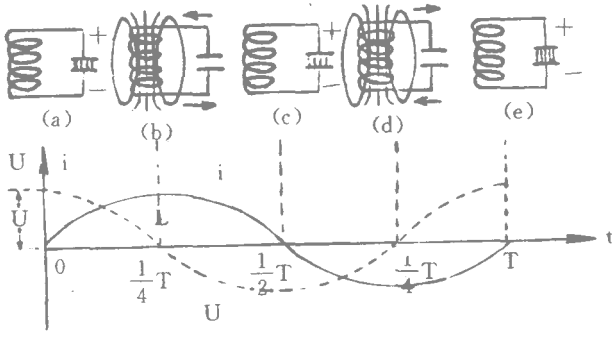


图 1-5 LC 回路电磁振荡过程图

在电容器放电结束的瞬间，电场消失，磁场达到最大强度，如图 1-5（b）所示。

在电容器已经放完电以后，两极都已不带电荷，电路中的电流是不是立即降为零呢？线圈的磁场是不是立即消失呢？实际情况并不如此。线圈的磁场消失是一个逐渐减弱的过程，并且在这个过程中，电路里应有和原来电流方向相同的感生电流。因此，在

电容器放电完毕以后，电路里仍有和原来方向相同的感生电流存在。这样的电流使电容器两极重新带电，但它们所带的电荷种类是和原来的相反，把这一过程称做反向充电的过程。在这个过程中，线圈的磁场逐渐减弱，电容器的反向电场逐渐加强，磁场能逐渐转变成电场能，如图 1-5（c）所示。

然后，电容器又重新放电，产生与前方向相反的电流，电场能也逐渐转变成磁场能，如图 1-5（d）所示。磁场能又变成电场能，如图 1-5（e）所示。这样反复循环，电路中就出现按正弦规律变化的电流，简称振荡电流。振荡电路中有振荡电流时，电容器的电场和电感线圈的磁场同时发生周期性的交替变化，我们把电场和磁场作周期性交替变化的过程称为电磁振荡。

二、振荡电流的周期和频率

振荡电流从某个方向的最大值，再次回复到这个方向的最大值时，电流完成一次全振荡。电流完成一次全振荡所经历的时间，称为振荡电流的周期；在一秒钟内完成全振荡的次数，称为振荡电流的频率。

振荡电路中产生电磁振荡时，如果没有能量损失，也没有外界的影响，它振荡的周期是由电路本身的性质所决定的，这个周期称为振荡电路的固有周期，相应的振荡频率称为固有频率，简称振荡电路的周期或频率。

实验证明，当振荡电路的电容量增加时，周期变长；电容量减小时，周期变短。电感量增加时，周期变长；电感量减小时，周期变短。进一步的研究说明，振荡周期 T 与电路中电感线圈的电感量 L 和电容量 C 有如下关系：

$$T=2\pi\sqrt{LC}$$

或

$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

上述公式可理解为：如果加在电容器上的电压一定时，电容器的容量越大，它所能容纳的电荷就越多，于是放电和充电的时间就越长，因而周期越长；线圈的电感量越大时，储存的磁场能越多，阻碍电流增强或减弱的作用越强，回路中电流变化越缓慢，因而周期也越长。

由此可知，LC 振荡电路的周期或频率，由电路中的电感和电容的大小决定。因此，适当地选择电容和电感的大小，就可以使振荡电路的周期或频率符合我们的要求。在实际应用中，，就是利用可变电容器和线圈组成振荡电路。调整可变电容时，振荡电路的周期或频率就随着改变。

三、振荡电流的幅度

在振荡电路中，电容器上达到的最大电压 U_m ,称为电压振幅，电感线圈中达到的最大电流 I_m 称为电流振幅。如果没有能量损失，电磁振荡应该永远继续下去，电流振幅和电压振幅就永远保持不变。在实际应用中，电路能量是有损失的，一部分能量由电路中的电阻（纯阻，电感中的电阻及电容器的漏电阻）转变为热；另一部分能量辐射到周围空间，所以 LC 回路中储存的能量会逐渐减小，振荡电流和电压的振幅会逐渐下降。

LC 振荡电路中储存的能量衰减的快慢与电感器和电容器的质量有关，一般用品质因素 Q 来表征 LC 回路的质量。Q 值的定义如下：

$$Q=\frac{\text{LC 回路中储存的总能量}}{\text{一个周期内损耗的能量}}$$

LC 回路的 Q 值越高，电路中能量衰减得就越慢。

LC 回路的 Q 值与电路中的电阻有关，理论分析可以证明：

$$Q=\frac{1}{R}\sqrt{L/C}=\frac{2\pi fL}{R}=\frac{1}{2\pi fCR}$$

可见，要想提高回路的 Q 值，就要降低回路的电阻，提高回路的电感量。在高频振荡回路中，采用多股线或镀银铜线绕制线圈，可以降低高频交流电阻，提高 Q 值。另外采用损耗较小的优质电容器，也可以提高回路的 Q 值。

四、电波的形成

电磁振荡虽然是无线电的源泉，但是要把电磁振荡的能量向空间辐射出去，还得进一步创造条件。

（一）上面谈到的振荡回路是由普通电容器和电感线圈组成的 LC 闭合回路，向外辐射电磁波的能力很差。这是因为电场能集中在电容器的两块极板之间，磁场能也几乎完全集中在自感线圈内，在振荡过程中电场能和磁场能主要是在闭合回路内相互转化，所以向空间辐射的能量很少，我们把这种 LC 电路称为闭合电路。为了使振荡电路能向空间辐射更多的能量，必须使电场和磁场分散开。可以把电容器的尺寸加大，并把它的两极尽量张开，直到最后变形为两条导线，一条伸入高空，成为天线；另一条接入地下，成为地线,如图 1-6 所示。这样一来振荡回路就变成不闭合的了，天线各点和地线间分布了很多的小电容，电场所占的空间大为增加，于是电磁振荡能量的辐射效果也就特别显著了。

（二）即使已经把电容器的尺寸加大，两极张开，但是如果这个不闭合的振荡回路（即天地线）里的电振荡频率很低的话，实际上也不会产生电磁场的辐射（发射无线电波）。因为电流所以会在不闭合的电路里不停地流通，是依靠了天线和地线之间有很多分布电容而获得了通路。倘若电振荡的频率很低，那么这些分布电容对交流电所呈现出来的容抗很大，这样辐射电磁波的效率就极低，因而振荡电路必须要有很高的频率才能实现发射的目的。

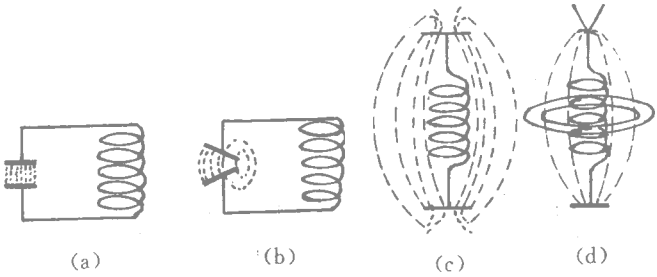


图 1-6　闭合电路转变为开放电路过程图

五、振荡电流的调制

发送电磁波的根本目的是要传送某种信息，例如广播中的语言、音乐。由于音频信号的频率为 20 赫兹～2 万赫兹之间，这样低的频率是不能直接送到发射天线去进行传播的，因为音频范围的振荡电流所对应的电磁波的波长大约从十几千米到 1 万多千米，要制造出能辐射这种电磁波的天线是很困难的。即使有可能把这种音频信号发射出去，由于各个电台所发出的信号频带相同，也将在空间混淆起来，互相干扰，使接收机无法选择出所要接收的信号。因此无线电广播需要采用高频电磁波来传递信号，由它将音频信号携带到空间去，这样一方面使天线的尺寸减小，容易安装；另一方面可使不同的电台采用频率不同的高频电磁波，彼此互不干扰。

为了利用高频振荡电流传递音频信号，就要使高频振荡电流的某个参量按音频信号的规律变化。

我们把振荡器发出的高频等幅振荡称为载波；待传递的音频信号称为调制信号。利用调制信号去控制载波，使载波某个参数相应发生变化的过程，称为调制。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

高频振荡电流有三个参数——振幅、频率和初相位。使载波的振幅随着调制信号而变化的调制过程，称为调幅。调幅电流产生的电磁波，称为调幅波。目前，在无线电广播中应用最多的是调幅波。我国电视广播的图像信号就是采用调幅波传送的。

使载波频率随着调制信号而变化的调制过程，称为调频。调频广播占用的频带较宽，所以调频台多设在超短波波段。我国规定，从 88 兆赫到 108兆赫为调频广播波段。调频广播具有保真度高、音质好、抗干扰能力强等优点，因此我国很多省市都建立了立体声调频广播。我国电视广播的伴音信号采用的就是调频波。

使载波相位随着调制信号而变化的过程，称为调相。

在无线电报通讯中，是利用电键控制振荡电流，向空中发射断续的高频电磁波，持继时间不同的电磁振荡，表示不同的电码符号，从而完成通讯任务。这是最简单也是应用最早的一种调制方法，它属于脉冲调制。

由于脉冲调制具有抗干扰能力强，失真小等优点，现代无线电通讯技术正向脉冲数字通讯方向发展。利用脉冲数字通讯技术传送声音和图像信号具有失真小、噪声小、清晰度高、保密性好等优点。但是由于电路较复杂，目前只应用在军事通讯和国际无线电通讯中。随着人们对广播、电视质量要求的提高，将来的无线电广播和电视广播，也将采用脉冲数字调制。

六、电磁波的传播

当发送电路中有振荡电流时，在天、地线周围的空间就会产生振荡电场，振荡电场在周围空间产生振荡磁场，振荡磁场又要在较远的空间产生新的振荡电场，接着又在更远的空间产生新的磁场……这样交替产生的振荡电场和振荡磁场向周围空间传播，就形成了电磁波。

在电磁波中，每处的电场强度方向与磁感应强度的方向总是

互相垂直的，并且与电磁波的传播方向垂直，就是说电场和磁场的振荡方向都与波的传播方向垂直，因此电磁波是横波。

当用天线接收电磁波时，应当使天线的方向与电场强度的方向平行，这样在天线中产生的感生电流最强。当用磁性天线接收电磁波时，为了使振荡磁场尽可能多的穿过线圈，以便在磁性天线线圈中产生较强的感生电动势，所以应使磁性天线的轴线方向与磁场方向平行。

广播电台一般是采用水平天、地线发送电磁波，电场方向垂直于地面，而磁场方向平行于地面，因此当使用磁性天线接收电磁波时，应当水平放置，并且与电磁波的传播方向垂直，也即使磁性天线的轴线方向与磁场方向平行；如果用普通天线，则以竖直放置效果较好。

电视广播的发送电路，是由耦合线圈与两个水平装置的半波振子天线构成的。当发送电路中有振荡电流时，在天线振子之间形成振荡电场。因此，电视信号的电场方向是平行于地面的，而磁场方向是垂直于地面的。所以电视接收机的天线应水平放置，并且与电波的传播方向垂直。

电磁波在真空中传播速度 $C=3\times10^{8}$ 米／秒,在空气中传播的速度也近似等于这个值。

电磁波振荡一次所传播的距离叫波长，波长用 λ 表示。波长与波速、频率有如下关系：

$$\lambda=\frac{c}{f}$$

由于各种电磁波的传播速度都是 C，因此频率不同的电磁波其波长不同。

无线电技术中使用的电磁波，称为无线电波。无线电波的波长从几十毫米到几十千米。通常根据波长或频率把无线电波分成几个波段，各波段的名称及其波长和频率范围，见表 1-2.

表 1-2　　无线电波波段划分参照表

波段		波长	频率	传播方式	主要用途
长波		(30 000～3 000)米	(10～100)千赫	地波	超远程导航、电报通讯、潜艇水中通讯
中波		(3 000～200)米	(100～1 500)千赫	地波和天波	无线电广播、电报通讯、海洋通讯
中短波		(200～50)米	(1 500～6 000)千赫	地波和天波	无线电广播、电报通讯
短波		(50～10)米	(6～30)兆赫	天波	无线电广播、电报通讯
微波	米波	(10～1)米	(30～300)兆赫	近似直线传播	无线电广播、电视、导航、通讯
	分米波	(10～1)分米	(300～3 000)兆赫	直线传播	电视、雷达、导航、通讯、无线电接力、卫星通讯
	厘米波	(10～1)厘米	(3 000～30 000)兆赫	直线传播	电视、雷达、导航、通讯、无线电接力、卫星通讯
	毫米波	(10～1)毫米	(30 000～300 000)兆赫	直线传播	

从表中可以看出，发射天线辐射到空间的电磁波，到达接收天线的途径有三条：①沿直线传播到达接收天线，称为直射波。②沿地面传播到达接收天线，称为地波。③射向空间的电磁波，经电离层反射到达接收天线，称为天波。

第三节　电磁波的接收

电磁波在空间传播时，如果遇到导体，它就把自己的一部分能量传给导体，使导体产生感生电流。感生电流的频率跟激起它的电磁波的频率相同。因此，利用处在电磁波传播空间中的导体，就可以接收到电磁波。无线电技术中，用天线和地线组成的接收电路来接收电磁波。

在接收电路中的感生电流是载有信号的高频振荡电流。要取得所需要的信号，还需要经过调谐、检波、放大等过程的处理。

一 、 调 谐

世界上有许多无线电台，它们发出的电磁波频率各不相同。在许多电台发出的电磁波中选取所需要的电台信号，通常称做选台。怎样才能从许多电台中选出需要的电台呢？这就设法使电磁波在接收电路里激起的感生电流最强，而其他电台发出的电磁波激起的感生电流都非常弱才行。

在无线电技术里是利用跟机械共振很相似的电谐振现象来实现这一点的，下面就研究电谐振现象。

如图 1-7 中左边是振荡器，它由 L_1 和 C_1 组成的振荡电路可以产生高频振荡电流。它的振荡频率 f_1 由线圈的自感系数 L_1 和可变电容器的电容 C_1 决定，即：

$$f_1=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_1}}$$

图 1-7 中右边是由 L_2、C_2 （其电感量和电容量分别为 L_2 和 C_2）组成的振荡电路，电路中串联一个灯泡，这个电路固有频率：

$$f_2=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C_2}}$$

为了便于分析,让两个线圈 L_1 和 L_2 相同。在振荡器开始振荡后，保持左右两部分的距离不变，使可变电容器 C_2 的电容由小变大，这时可以发现，电容器 C_2 和 C_1 的电容量，C_2 跟 C_1 的大小逐渐接近时，灯泡由不发光到发光，并且由暗变亮，继续增大 C_2，又可以看到灯泡由亮变暗直到不发光。

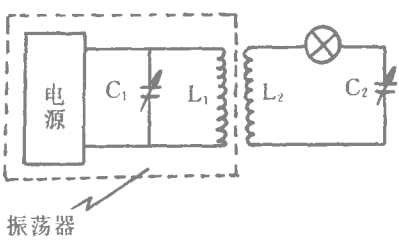


图 1-7　电谐振图

上述实验说明，当接收电路的固有频率跟外来电磁波的频率相同时，接收电路中产生的振荡电流最强，这种现象称为电谐振。

使接收机产生电谐振的过程称为调谐，能够调谐的接收电路称为调谐回路。

图 1-8 所示是收音机的调谐电路。调节可变电容器的电容来改变调谐电路的频率，使它跟需要接收的电台发出的电磁波频率相同。由于电谐振现象，只有这个频率的电磁波才在调谐电路激起较强的感生电流，这样就可以选出所需的电台。

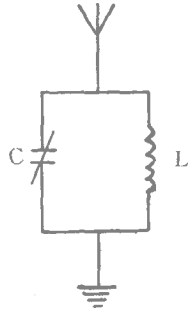


图 1-8　调谐电路图

二 、 检 波

由调谐电路接收到的感生电流是经过调制的高频振荡电流，它还不是我们需要的信号。例如在收音机中，这种高频振荡电流

还不能使耳机或扬声器的振动片振动发声。因此，还必须从高频振荡电流中取出发射时加上去的调制信号。

从经过调制的高频振荡电流中取出调制信号的过程，称为检波。

检波是调制的逆过程，因此又称为解调。由于发射电磁波时调制的方式不同，接受后检波的方式也不同。下面粗略介绍收音机对调幅波的检波。

图 1-9 中虚线右边是晶体二极管的检波电路。图中 D 是晶体二极管，由于二极管具有单向导电性，即只允许一个方向的电流通过。这里正是利用二极管的这个特性进行检波的。L_1C_1 调谐回路由于电谐振而产生的经过调制以后的高频振荡电流，如图 1-10（a）所示。L_1 和 L_2 绕在同一磁棒上，由于互感作用，在 L_2 上产生了高频交变电压。由于二极管 D 具有单向导电性，通过它的是单向脉动电流，如图 1-10（b）所示，这个脉动电流既含有高频成分，又含有音频成分。由于电容有通高频，阻低频的作用，高频成分基本上从电容器 C_2 通过，剩下的音频电流通过喇叭，如图 1-10（c）所示，使喇叭的振动片随着信号变化而振动发声。

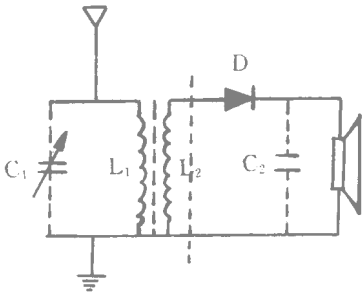


图 1-9 二极管检波电路图

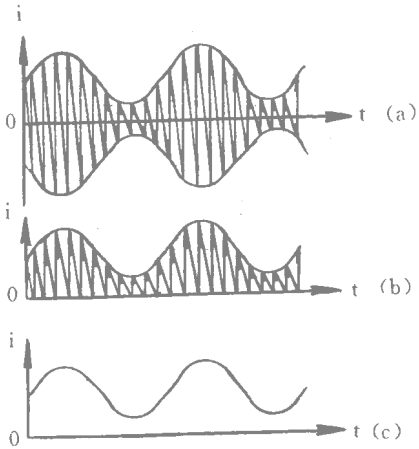


图 1-10 二级管检波波形图

需要全本请访问 www.ertongbook.com